

P24125.P05

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Shuichi TAKEUCHI et al.

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : SCANNING OPTICAL SYSTEM

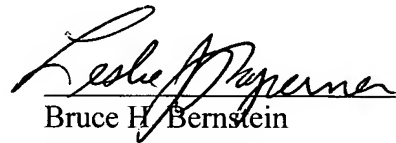
CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2002-346401, filed November 28, 2002. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Shuichi TAKEUCHI et al.


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027
Reg No 33,329

November 25, 2003
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 8 日
Date of Application:

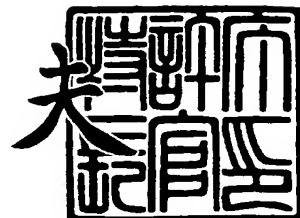
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 6 4 0 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 4 6 4 0 1]

出 願 人 ペンタックス株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 2 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 0 2 7 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP02174

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

 【氏名】 竹内 修一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

 【氏名】 是枝 大輔

【特許出願人】

 【識別番号】 000000527

 【氏名又は名称】 ペンタックス株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100098235

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 金井 英幸

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 062606

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9812486

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 走査光学系及びプリンター

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源から発せられたレーザービームを偏向器によって動的に偏向するとともに、動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって走査対象面上にスポット光として収束させることにより、前記スポット光を前記走査対象面上で主走査方向に沿って走査させる走査光学系であって、

前記光源と前記偏向器との間の光路上に、コリメートレンズを備え、

前記コリメートレンズの何れか一方の光学面は、

前記光源から発せられるレーザービームのうちのビーム中心軸及びその近傍の光束を透過させる中央領域と、

前記中央領域の外側に入射する光束の一部を透過させるとともに、透過する光束に対し、前記中央領域を透過した光束との間に位相差ゼロを含まない所定の第 1 の位相差を付与するように作用する第 1 外側領域と、

前記中央領域及び第 1 外側領域に入射する光束を除く光束の一部を透過させるとともに、透過する光束に対し、前記中央領域を透過した光束との間に位相差ゼロを含む所定の第 2 の位相差を付与するように作用する第 2 外側領域とを有する

ことを特徴とする走査光学系。

【請求項 2】

前記第 1 の位相差は、前記中央領域でのレンズ厚と比べて第 1 外側領域のレンズ厚が小さくなることを $0 < \theta$ としたとき、以下の条件式(1)及び(2)、

$$\cos \theta \leq 0 \quad \text{---(1)}$$

$$0 < \theta < 10\pi \quad \text{---(2)}$$

を満足する θ [rad]である

ことを特徴とする請求項 1 記載の走査光学系。

【請求項 3】

前記第 2 の位相差は、前記中央領域でのレンズ厚と比べて第 2 外側領域のレン

ズ厚が小さくなるときを $0 < \theta'$ としたとき、以下の条件式(3)乃至(5)、

$$0.9 \leq \cos \theta' \quad \text{---(3)}$$

$$0 < \theta' < 10\pi \quad \text{---(4)}$$

$$\theta < \theta' \quad \text{---(5)}$$

を満足する θ' [rad]である

ことを特徴とする請求項2記載の走査光学系。

【請求項4】

前記第1の位相差は、前記中央領域でのレンズ厚と比べて第1外側領域のレンズ厚が小さくなるときを $0 < \theta$ としたとき、以下の条件式(6)及び(7)、

$$\cos \theta \leq 0 \quad \text{---(6)}$$

$$-10\pi < \theta < 0 \quad \text{---(7)}$$

を満足する θ [rad]である

ことを特徴とする請求項1記載の走査光学系。

【請求項5】

前記第2の位相差は、前記中央領域でのレンズ厚と比べて第2外側領域のレンズ厚が小さくなるときを $0 < \theta'$ としたとき、以下の条件式(8)乃至(10)、

$$0.9 \leq \cos \theta' \quad \text{---(8)}$$

$$-10\pi < \theta' < 0 \quad \text{---(9)}$$

$$\theta' < \theta \quad \text{---(10)}$$

を満足する θ' [rad]である

ことを特徴とする請求項4記載の走査光学系。

【請求項6】

前記第1外側領域は、前記中央領域の外側においてこれと隣接していることを特徴とする請求項3又は5記載の走査光学系。

【請求項7】

前記第2外側領域は、前記第1外側領域の外側においてこれと隣接していることを特徴とする請求項3、5又は6記載の走査光学系。

【請求項8】

前記コリメートレンズは、前記第1及び第2外側領域を複数組備えている

ことを特徴とする請求項 3, 5, 6 又は 7 記載の走査光学系。

【請求項 9】

前記コリメートレンズは、前記第 1 及び第 2 外側領域を二組備えている
ことを特徴とする請求項 3, 5, 6 又は 7 記載の走査光学系。

【請求項 10】

前記各第 1 及び第 2 外側領域は、前記中央領域から離れる方向に向かって、交互に配置されている
ことを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の走査光学系。

【請求項 11】

前記各第 1 外側領域の面積の総和を S' とし、前記各領域を有する光学面の有効口径により示される範囲内を通過するレーザービームにおけるビーム中心軸に直交する断面の面積を S としたとき、以下の条件式(11)、

$$0.03 < (S' / S) < 0.3 \quad \text{---(11)}$$

を満足する

ことを特徴とする請求項 8, 9 又は 10 記載の走査光学系。

【請求項 12】

前記コリメートレンズは、開口絞りとしての遮蔽部分を有し、その開口部分に、前記中央領域及び前記各外側領域を、有する
ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れかに記載の走査光学系。

【請求項 13】

前記結像光学系は、反射面を含む光学系である
ことを特徴とする請求項 1 乃至 12 の何れかに記載の走査光学系。

【請求項 14】

光源から発せられたレーザービームを偏向器によって動的に偏向するとともに動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって走査対象面上にスポット光として収束させることにより、前記スポット光を前記走査対象面上で主走査方向に沿って走査させる走査光学系を、備えるプリンターであって、

前記光源と前記偏向器との間の光路上に、コリメートレンズを備え、

前記コリメートレンズの何れか一方の光学面は、

前記光源から発せられるレーザービームのうちのビーム中心軸及びその近傍の光束を透過させる中央領域と、

前記中央領域の外側に入射する光束の一部を透過させるとともに、透過する光束に対し、前記中央領域を透過した光束との間に位相差ゼロを含まない所定の第1の位相差を付与するように作用する第1外側領域と、

前記中央領域及び第1外側領域に入射する光束を除く光束の一部を透過させるとともに、透過する光束に対し、前記中央領域を透過した光束との間に位相差ゼロを含む所定の第2の位相差を付与するように作用する第2外側領域とを有することを特徴とするプリンター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、感光ドラムの表面に静電潜像を形成する走査光学系と、このような走査光学系を内部に組み込んだプリンターとに、関する。

【0002】

【従来の技術】

周知のように、レーザービームプリンターやファクシミリやコピー機などの印刷装置には、走査光学系が組み込まれている。走査光学系は、画像情報に従って変調されたレーザービームを回転多面鏡によって動的に偏向するとともに、動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって感光ドラムの表面上に収束させることにより、感光ドラムを走査する。走査された感光ドラムの表面（走査対象面）には、複数のドットが静電潜像として描画される。

【0003】

一般に、走査対象面に入射するレーザービームの強度分布は、完全なガウス分布とはなっておらず、レーザービームの光路中に設けられた開口（アパーチャー）での回折現象により、メインビームの周囲にメインビームより光量の低い幾つかの光の輪（サイドローブ）を有していることが、知られている。また、このサイドローブの強度が、メインビームの中心強度の約6%を超えると、サイドロー

ブが感光ドラムを感光させて、黒スジと呼ばれる印字不良をハーフトーン印字時に発生させることも、知られている（特許文献1参照）。但し、結像光学系が理想的な状態では、サイドローブの強度は、メインビームの中心強度の4%程度であるため、黒スジは発生しない。

【0004】

【特許文献1】

特開平09-080333号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、結像光学系の光学面に微視的なうねりがあると、うねりの部分をレーザービームが通過した際に、サイドローブの強度が変化する。その変化によってサイドローブの強度が閾値を超えてしまうと、ハーフトーン印字時に黒スジが発生するという問題があった。

【0006】

そこで、本発明の課題は、結像光学系の光学面に或る程度の微視的なうねりが生じている場合でも、サイドローブの強度が閾値を超えることをできるだけ抑制することができる走査光学系及びプリンターを、提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明による走査光学系は、以下のような構成を採用した。

【0008】

すなわち、本発明による走査光学系は、光源から発せられたレーザービームを偏向器によって動的に偏向するとともに、動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって走査対象面上にスポット光として収束させることにより、前記スポット光を前記走査対象面上で主走査方向に沿って走査させる走査光学系であって、前記光源と前記偏向器との間の光路上に、コリメートレンズを備え、前記コリメートレンズの何れか一方の光学面は、前記光源から発せられるレーザービームのうちのビーム中心軸及びその近傍の光束を透過させる中央領域と、前記中

中央領域の外側に入射する光束の一部を透過させるとともに、透過する光束に対し、前記中央領域を透過した光束との間に位相差ゼロを含まない所定の第1の位相差を付与するように作用する第1外側領域と、前記中央領域及び第1外側領域に入射する光束を除く光束の一部を透過させるとともに、透過する光束に対し、前記中央領域を透過した光束との間に位相差ゼロを含む所定の第2の位相差を付与するように作用する第2外側領域とを有することを、特徴としている。

【0009】

また、上記の課題を解決するために、本発明によるプリンターは、以下のような構成を採用した。

【0010】

すなわち、本発明によるプリンターは、光源から発せられたレーザービームを偏向器によって動的に偏向するとともに動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって走査対象面上にスポット光として収束させることにより、前記スポット光を前記走査対象面上で主走査方向に沿って走査させる走査光学系を、備えるプリンターであって、前記光源と前記偏向器との間の光路上に、コリメートレンズを備え、前記コリメートレンズの何れか一方の光学面は、前記光源から発せられるレーザービームのうちのビーム中心軸及びその近傍の光束を透過させる中央領域と、前記中央領域の外側に入射する光束の一部を透過させるとともに、透過する光束に対し、前記中央領域を透過した光束との間に位相差ゼロを含まない所定の第1の位相差を付与するように作用する第1外側領域と、前記中央領域及び第1外側領域に入射する光束を除く光束の一部を透過させるとともに、透過する光束に対し、前記中央領域を透過した光束との間に位相差ゼロを含む所定の第2の位相差を付与するように作用する第2外側領域とを有することを、特徴としている。

【0011】

これらのように構成されると、第1及び第2外側領域をそれぞれ透過した後の光束の第1及び第2の位相差が、適宜設定され、且つ、第1及び第2外側領域の大きさが、適宜選択されていれば、走査対象面に入射するレーザービームのサイドローブの強度を、メインビームの中心強度の2%強にまで抑えることができる

。従って、サイドローブの強度が、結像光学系の光学面の微視的なうねりに因って数%程度上昇したとしても、閾値を超えることがない。その結果、ハーフトーン印字時の黒スジの発生が抑えられる。また、第1及び第2の位相差が設定された位相シフト構造を、別体の位相シフト素子ではなくコリメートレンズのレンズ面に設けることにより、位相シフト素子の調整が不要となり、ビームスポットの対称性が崩れることを防止できる。

【0012】

また、本発明による走査光学系及びプリンターでは、第1外側領域が、自身を透過するレーザービームに対し、以下の条件式(1)及び(2)、

$$\cos \theta \leq 0 \quad \text{---(1)}$$

$$0 < \theta < 10\pi \quad \text{---(2)}$$

を満足する第1の位相差 θ [rad]を付与することが好ましく、或いは、以下の条件式(6)及び(7)、

$$\cos \theta \leq 0 \quad \text{---(6)}$$

$$-10\pi < \theta < 0 \quad \text{---(7)}$$

を満足する第1の位相差 θ [rad]を付与することが好ましい。前者及び後者の何れの場合であっても、整数をNとしたとき、第1の位相差 θ が $\pi \times (2N - 1)$ [rad]に近くなるほど、サイドローブ低減の効果がある。また、条件式(1)及び(6)の上限を上回ると、サイドローブを低減する効果が薄れる。さらに、条件式(2)の上限を上回ると、中央領域のレンズ厚に比べて第1外側領域のレンズ厚が小さくなりすぎる。また、条件式(7)の下限を下回ると、中央領域でのレンズ厚に比べて第1外側領域でのレンズ厚が大きくなりすぎる。

【0013】

さらに、第1外側領域が、自身を透過するレーザービームに対し、上記条件式(1)及び(2)を満足する第1の位相差 θ [rad]を付与する場合、第2外側領域が、自身を透過するレーザービームに対し、以下の条件式(3)乃至(5)、

$$0.9 \leq \cos \theta' \quad \text{---(3)}$$

$$0 < \theta' < 10\pi \quad \text{---(4)}$$

$$\theta < \theta' \quad \text{---(5)}$$

を満足する第2の位相差 θ' [rad]を付与することが好ましい。また、第1外側領域が、自身を透過するレーザービームに対し、上記条件式(6)及び(7)を満足する第1の位相差 θ [rad]を付与する場合、第2外側領域が、自身を透過するレーザービームに対し、以下の条件式(8)乃至(10)、

$$0.9 \leq \cos \theta' \quad \text{---(8)}$$

$$-10\pi < \theta' < 0 \quad \text{---(9)}$$

$$\theta' < \theta \quad \text{---(10)}$$

を満足する第2の位相差 θ' [rad]を付与することが好ましい。前者及び後者の何れの場合であっても、整数をMとしたとき、その第2の位相差 θ' が $2\pi \times M$ [rad]に近くなるほど、中心強度の減少を抑えられる。また、条件式(3)及び(8)の下限を下回ると、サイドローブを低減する効果が薄れるとともに、中心強度の減少量も大きくなる。また、条件式(4)の上限を上回ると、中央領域でのレンズ厚に比べて第2外側領域でのレンズ厚が小さくなりすぎる。また、条件式(9)の下限を下回ると、中央領域でのレンズ厚に比べて第2外側領域でのレンズ厚が大きくなりすぎる。また、条件式(5)及び(10)を満たすことにより、中央領域に対して第1及び第2外側領域の張り出す方向が同じ方向となるので、コリメートレンズの金型が加工し易くなる。

【0014】

ところで、各第1外側領域が、条件式(1)及び(2)を満たす第1の位相差をレーザービームに対して付与するとともに、各第2外側領域が、条件式(3)乃至(5)を満たす第2の位相差をレーザービームに対して付与する場合、若しくは、各第1外側領域が、条件式(6)及び(7)を満たす第1の位相差をレーザービームに対して付与するとともに、各第2外側領域が、条件式(8)乃至(10)を満たす第2の位相差をレーザービームに対して付与する場合、各第1外側領域の面積の総和は、適切に設定されることが望ましい。例えば、各第1外側領域の面積の総和を S' とし、レーザービームにおけるビーム中心軸に直交する断面の面積を S としたとき、以下の条件式(11)、

$$0.03 < S' / S < 0.3 \quad \text{---(11)}$$

を満足するように、設定することができる。なお、このような設定条件において

、下限を下回るとサイドローブを低減させる効果が小さくなり、逆に、上限を上回るとメインビームの中心強度の減少量が大きくなる。

【0015】

また、本発明による走査光学系及びプリンターでは、コリメートレンズは、第1及び第2外側領域を一組備えていても良いし、複数組備えていても良いが、第1及び第2外側領域の数が多数になると、それだけ光学面に段差が増えて光量が損失する。従って、コリメートレンズが備える第1及び第2外側領域は、二組程度までとする方が好ましい。複数組備えている場合には、各第1及び第2外側領域を、中央領域から離れる方向に向かって交互に配置し、かつ、第2外側領域を最も外側に配置することが望ましい。

【0016】

また、本発明による走査光学系及びプリンターでは、コリメートレンズには、開口絞りとして機能する遮蔽部分を一体に有していても良い。この場合、コリメートレンズと開口絞りとの位置ずれによるビームスポットの対称性が崩れることを防止できる。

【0017】

なお、本発明による走査光学系において、結像光学系は、 $f\theta$ レンズ等を用いた透過型であっても良いし、 $f\theta$ ミラー等を用いた反射型であっても良い。また、偏向器は、回転多面鏡であっても良いし、ガルバノミラーであっても良い。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。なお、以下に説明する第1乃至第3の実施形態は、本発明による走査光学系を、レーザービームプリンターに適用した例を示すものである。

【0019】

【実施形態1】

<レーザービームプリンターの概略構成>

まず、このレーザービームプリンターの概略構成を、図1の側面構成図に基づいて説明する。このレーザービームプリンターは、外部のパソコン等に接続され

て使用されるとともに、このパソコン等から送信されてきた印字データ（画像データを含む）を連続紙（ファンフォールド紙）P上に印字するものである。

【0 0 2 0】

図1において、この感光ドラム12の周囲には、時計回りに、帯電部13、反射ミラー11、現像部14、及び転写部15が順に設けられている。そして、感光ドラム12が図中時計回りに回転すると、先ず、帯電部13が感光ドラム12の表面を帯電させる。次に、反射ミラー11が、レーザースキャニングユニット（LSU）10から印字データに応じて出射された走査光（変調光）を、感光ドラム12に向けて反射し、この感光ドラム12の表面に静電潜像を形成する。次に、現像部14がこの静電潜像にトナーを付着させて、トナー像として顕像化する。次に、転写部15が、ファンフォールド紙P上にこのトナー像を転写する。

【0 0 2 1】

このファンフォールド紙Pは、レーザービームプリンターの供給口Aから排出口Bまで引き通された連続紙であり、その両側縁には、一定ピッチで送り孔（図示略）が開けられている。トラクタ16は、この送り孔に嵌合する突起16aが多数形成されたベルトコンベアであり、この突起16aによって、ファンフォールド紙Pを感光ドラム12の回転周速と同一速度で搬送する。

【0 0 2 2】

このトラクタ16によって搬送されるファンフォールド紙Pの下流側には、このファンフォールド紙Pを両面側から挟み込んで圧接するヒートロール17及びプレスロール18が設けられている。このヒートロール17は、その内部に発熱用のハロゲンランプ19を内蔵しており、図示せぬモータによってファンフォールド紙Pの搬送速度と同一の回転周速で回転駆動される。一方、プレスロール18は、一定圧力でヒートロール17に圧接しており、ヒートロール17の回転により回転駆動される。従って、ファンフォールド紙Pのトナー像が転写されている部分がこのヒートロール17とプレスロール18との間を通過すると、トナーが熱と圧力によって押し潰されてファンフォールド紙P上に溶着されて、トナー像が定着されるのである。

【0 0 2 3】

<LSUの光学構成>

次に、LSU10に内蔵されている走査光学系について、説明する。図2は、走査光学系の概略的な光学構成図である。図2に示されるように、この走査光学系は、レーザー光源1、カバーガラス2、コリメートレンズ3、開口絞り4、シリンドリカルレンズ5、ポリゴンミラー6、及び $f\theta$ レンズ群7を、備えている。

【0024】

レーザー光源1から発散光として射出されるレーザービームは、カバーガラス2を透過後、コリメートレンズ2を透過することによって断面楕円形の平行光に変換される。平行光に変換されたレーザービームは、開口絞り4及びシリンドリカルレンズ5を順に経て、等角速度で回転するポリゴンミラー6の反射面によって動的に偏向される。ポリゴンミラー6により偏向されたレーザービームは、結像光学系である $f\theta$ レンズ群7（焦点距離135.5mm）を構成する第1乃至第3レンズ7a～7cを順に透過することにより、走査対象面S上を露光するスポット光として収束され、ポリゴンミラー6の回転に伴って感光ドラム12の表面（走査対象面）S上を主走査方向に沿って等速度に走査する。スポット光は、走査対象面S上に線状の軌跡（走査線）を描くが、走査対象面S自体が、主走査方向に直交する副走査方向へ等速度で移動されるので、走査対象面S上には、複数の走査線が等間隔に形成される。また、このように走査対象面S上で繰り返し走査されるレーザービームは、図示せぬ変調器（又はレーザー光源1そのもの）により、画像情報に従ってオンオフ変調されているので、走査対象面S上には、複数のドットからなる二次元状の画像が描画される。

【0025】

なお、シリンドリカルレンズ5を透過したレーザービームは、主走査方向においては、平行光束のままポリゴンミラー6で反射され、 $f\theta$ レンズ群7の収束パワーによって走査対象面S上にて収束されるが、副走査方向においては、シリンドリカルレンズ5の収束パワーによってポリゴンミラー6の反射面近傍で一旦収束され、発散光として $f\theta$ レンズ群7に入射し、 $f\theta$ レンズ群7の収束パワーによって再び走査対象面S上に収束される。このとき、ポリゴンミラー6の反射面

近傍と走査対象面 S とが $f \theta$ レンズ群 7 によって副走査方向において光学的に共役となっているために、ポリゴンミラー 6 の各反射面の僅かな傾き（いわゆる「面倒れ」）による走査対象面 S 上の走査位置の副走査方向へのずれが、補正される。

【 0 0 2 6 】

< コリメートレンズ >

次に、コリメートレンズ 3 について、説明する。図 3 は、コリメートレンズ 3 を透過するレーザービームの光路を示す断面図である。表 1 は、カバーガラス 2 とコリメートレンズ 3 の近軸における具体的な数値構成を示す。

【 0 0 2 7 】

【表 1】

NO	R	d	n
P	—	3.974	—
1	∞	0.300	1.51072
2	∞	3.000	—
3	43.480	3.200	1.58252
4	-5.800	—	—

【 0 0 2 8 】

この表 1 において、記号 NO は面番号を示す。具体的には、第 1 面及び第 2 面はカバーガラス 2 を、第 3 面及び第 4 面はコリメートレンズ 3 を、それぞれ示す。なお、記号 P は、光学面ではなく、レーザーの発光点を示す。また、記号 R は、光軸上での光学面の曲率半径（単位は [mm]）であり、記号 d は、次の光学面までの光軸上での距離（単位は [mm]）であり、記号 n は、設計波長 780nm での各レンズの屈折率である。また、コリメートレンズ 3 の焦点距離は、9. 0 0 mm であり、開口数 NA は、0. 3 0 である。

【 0 0 2 9 】

このような数値構成を有するコリメートレンズ 3 の入射側の光学面は、回転対称な非球面として形成されている。

【 0 0 3 0 】

その回転対称非球面は、光軸と平行な方向を x 方向とし、光軸に垂直な方向へ

の光軸からの距離を高さ $h(=\sqrt{(y^2+z^2)})$ とすると、高さ h の点での光軸上の接平面からの x 方向のサグ量 $X(h)$ 、

$$X(h)=Ch^2/[1+\sqrt{1-(1+\kappa)C^2h^2}]+A_4h^4+A_6h^6+A_8h^8+\cdots \quad \text{---(12)}$$

によって、表現される。なお、上式(12)中、 C は、曲率（近軸の曲率半径 R の逆数）であり、 κ は円錐係数であり、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 \cdots は、それぞれ、4次、6次、8次、 \cdots の非球面係数である。

【 0 0 3 1 】

そして、コリメートレンズ3の入射側の面形状を式(12)によって表現したときの具体的な近軸曲率半径、円錐係数、及び非球面係数を、表2に示す。なお、表示が省略されている非球面係数は、ゼロである。

【 0 0 3 2 】

【表2】

R	43.4800mm
κ	0.0000
A_4	-6.5050×10^{-5}
A_6	1.7840×10^{-5}

【 0 0 3 3 】

一方、コリメートレンズ3の射出側の面形状は、以下の通りである。図4は、コリメートレンズ3をその射出側から見たときの背面図であり、図5は、図4のA-A線に沿って半分に切断されたコリメートレンズ3の一部の断面図である。但し、図5において、光軸方向（図5の紙面内における左右方向）の長さが誇張されるように、その方向の縮尺が変えられている。

【 0 0 3 4 】

図4に示されるように、コリメートレンズ3の射出側の光学面は、その中心に位置する円形の中央領域3aと、この中央領域3aが内接する輪帯状の第1領域3bと、この第1領域3bが内接する輪帯状の第2領域3cとに、区分されている。第1領域が第1外側領域に、第2領域が第2外側領域に相当する。そして、図5に示されるように、第1領域3bは、中央領域3aに対して射出側に張り出しており、第2領域3cは、第1領域3bに対して射出側に張り出している。但

し、第 1 領域 3 b 及び第 2 領域 3 c の張り出し量は、後述するようにごく僅かであるので、コリメートレンズ 3 の射出側の光学面は、図 3 に示されるように、巨視的には、滑らかな曲面である。

【 0 0 3 5 】

そして、各領域 3 a ～ 3 c のうち、中央領域 3 a 内は、回転対称な非球面の形状に形成されており、更に、第 1 及び第 2 領域 3 b, 3 c 内も、それぞれ、回転対称非球面の一部を光軸方向にずらしたのと等価な形状に、形成されている。これら各領域 3 a ～ 3 c における面形状を式(12)によって表現したときの具体的な近軸曲率半径、円錐係数、及び非球面係数を、表 3 に示す。なお、表示が省略されている非球面係数は、ゼロである。

【 0 0 3 6 】

【表 3】

	中央領域	第 1 領域	第 2 領域
hmax	2.0925mm	2.2275mm	2.7000mm
R	-5.8000mm	-5.8003mm	-5.8005mm
κ	-0.5000	-0.5000	-0.5000
A 4	1.0890×10^{-4}	1.0888×10^{-4}	1.0886×10^{-4}
A 6	7.1370×10^{-6}	7.1345×10^{-6}	7.1320×10^{-6}
A 8	2.2930×10^{-7}	2.2936×10^{-7}	2.2942×10^{-7}
A 10	1.2660×10^{-8}	1.2648×10^{-8}	1.2635×10^{-8}
ΔD	0.00000mm	0.00067mm	0.00134mm

【 0 0 3 7 】

この表 3 において、記号 hmax は、光軸に直交する径方向に沿った各領域 3 a ～ 3 c の最大有効半径（単位は[mm]）を示す。また、記号 ΔD は、説明図である図 6 に示されるように、中央領域 3 a 内の光学面と光軸との交点を原点としたとき、各領域 3 b, 3 c 内の光学面を延長した面（図 6 内の破線部分）と光軸との交点の原点からのずれ量（単位は[mm]）を示し、厚みが増す方向を正とする。

【 0 0 3 8 】

なお、コリメートレンズ 3 の位置は、レーザー光源 1 からカバーガラス 2 を介して入射してくるレーザービームのうちのビーム中心軸及びその近傍の光束が中央領域 3 a を透過するように、調整されている。また、図 4 及び表 3 に示されるように、第 2 領域 3 c の最大有効半径は 2.7 mm であり、中央領域 3 a の最大

有効半径は2.0925 mmであり、第1領域3 bの径方向の幅は0.135 mmである。これに対し、このコリメートレンズ3を透過した後のレーザービームの断面は、長軸が主走査方向に向けられた楕円形状に整形され、第1の実施形態では、その長軸の半径は2.7 mmであり、その短軸の半径は1.8 mmである（図4の破線参照）。このため、レーザービームの大部分は、中央領域3 aを通過し、その一部が、第1及び第2領域3 b, 3 cを通過する。

【0039】

そして、上述したように、第1及び第2領域3 b, 3 cは、中央領域3 aよりも光軸方向へ張り出しているので、これら各領域3 b, 3 cは、自身を透過する光束に対し、中央領域3 aを透過する光束との間に所定の位相差を持たせるように、作用する。

【0040】

より具体的には、中央領域3 aを透過した後の光束に対し、第1領域3 bを透過した後の光束は、半波長($\lambda/2$ [nm])の光路長差に相当する $-\pi$ [rad]の位相差 θ を持ち、また、第2領域3 cを透過した後の光束は、 -2π [rad]の位相差 θ' を持つ。従って、第2領域3 cを透過した後の光束は、中央領域3 aのそれと同位相となる。その結果、コリメートレンズ3を透過した後のレーザービームのうち、中央領域3 a及び第2領域3 cを透過した光束は、互いに同位相で進行し、第1領域3 bを透過した光束にだけ、中央領域3 aを透過する光束に対し、 $-\pi$ [rad]の位相差が、付与されることとなる。なお、第1及び第2領域3 b, 3 cにおいて光束に付与される位相差 θ , θ' は、上述したように、 $\theta = -\pi$ 、 $\theta' = -2\pi$ であるため、 $\cos \theta = -1.0$ 、 $\cos \theta' = 1.0$ となるので、条件式(6)乃至(10)を全て満足している。

【0041】

<第1の実施形態の機能>

以下、以上のように構成される第1の実施形態の走査光学系によって走査対象面S上で走査されるレーザービームの強度分布を、第1及び第2領域3 a, 3 bが形成されていないとき（コリメートレンズ3の射出側の光学面が中央領域3 aの面形状だけで構成されているとき）と、第1及び第2領域3 a, 3 bが形成さ

れているときとで、比較して説明する。

【 0 0 4 2 】

図 7 及び図 8 は、走査対象面 S に入射するレーザービームの強度分布を、そのビーム中心軸から主走査方向へ 0 . 2 5 mm までの範囲において、示したグラフである。なお、図 7 は、第 1 及び第 2 領域 3 b, 3 c が形成されていないときを、図 8 は、第 1 及び第 2 領域 3 b, 3 c が形成されているときを、それぞれ示す。これらのグラフでは、強度は、ビームの中心強度に対する比率によって表示されている。また、図 9 及び図 1 0 は、図 7 及び図 8 のグラフにおける強度比率が 0 % から 1 0 % までの範囲を拡大して示したグラフである。

【 0 0 4 3 】

図 7 及び図 9 に示されるように、第 1 及び第 2 領域 3 b, 3 c が形成されていないときは、各サイドローブの強度は、メインビームから離れるに従って徐々に弱くなっており、メインビームに隣接するサイドローブの強度は、4 % 強となっている。

【 0 0 4 4 】

これに対し、第 1 及び第 2 領域 3 b, 3 c が形成されているときは、図 8 及び図 1 0 に示されるように、各サイドローブの強度は、何れの径方向位置においても 2 % 弱となっている。

【 0 0 4 5 】

従って、f θ レンズ群 7 の各レンズ 7 a ~ 7 c のレンズ面に多少の微視的なうねりがあり、何れか一つ又は複数のサイドローブの強度が、数 % 程度だけ上昇したとしても、感光ドラム 1 2 に感光される強度の閾値を、超えることは少ない。

【 0 0 4 6 】

ところで、コリメートレンズ 3 を背面から見たとき（図 4）の第 1 領域 3 b の面積 S' は、コリメートレンズ 3 を透過後のレーザービームの断面の面積 S に対し、適切に設定されることが望ましい。第 1 の実施形態では、S' / S は、0 . 0 5 であるので、上記条件式 (11) を満足している。

【 0 0 4 7 】

なお、上記の説明では、コリメートレンズ 3 と開口絞り 4 とが別体であるとし

たが、これらは、一体に構成されたものであっても良い。例えば、コリメートレンズ 3 の射出側の光学面に、開口絞り 4 として機能する開口が形成された透過率 0 % のフィルム（若しくはコーティング）を貼り付けたものであっても良い。このようなフィルムが貼り付けられたコリメートレンズ 3 の背面図を、図 11 に示す。

【0048】

また、上記の説明では、 $f\theta$ レンズ群 7 を結像光学系として有するいわゆる透過型の走査光学系に対して本発明を適用した例を示したが、図 12 に示されるような $f\theta$ ミラー 7' を結像光学系として有するいわゆる反射型の走査光学系に対して本発明を適用することもできる。なお、反射型の走査光学系では、透過型に比べると、結像光学系の光学面の微視的なうねりに因るサイドローブ強度の増加量が多い。そのため、反射型の走査光学系では、ハーフトーン印字時の黒スジがより発生し易くなる。そこで、反射型の走査光学系に本発明を適用することによる、サイドローブを低減し、黒スジの発生をより少なくすることができる。

【0049】

【実施形態 2】

第 2 の実施形態は、光束に位相差を付与する領域を 4 つ備えるとともにこれら領域が中央領域に対して射出側へ張り出している光学面を有するコリメートレンズを用いている他は、第 1 の実施形態と同じ構成を有する。従って、以下では、第 1 の実施形態との相違点のみについて、説明する。

【0050】

第 2 の実施形態のコリメートレンズ 8 の近軸における具体的な数値構成は、上記表 1 にて示される通りである。また、このコリメートレンズ 8 の入射側の面形状は、上記表 2 にて示される数値構成を有する回転対称非球面である。一方、コリメートレンズ 3 の射出側の面形状は、以下の通りである。

【0051】

図 13 は、第 2 の実施形態のコリメートレンズ 8 の背面図であり、図 14 は、図 13 の B-B 線に沿って半分に切断されたコリメートレンズ 8 の一部の断面図である。但し、図 14 において、光軸方向（図 14 の紙面内における左右方向）

の長さが誇張されるように、その方向の縮尺が変えられている。

【0052】

図13に示されるように、コリメートレンズ8の射出側の光学面は、その中心に位置する円形の中央領域8aと、この中央領域8aが内接する輪帯状の第1領域8bと、この第1領域8bが内接する輪帯状の第2領域8cと、この第2領域8cが内接する輪帯状の第3領域8dと、この第3領域8dが内接する輪帯状の第4領域8eとに、区分されている。第1及び第3領域8b、8dは第1外側領域に、第2及び第4領域8c、8eは第2外側領域に相当する。

【0053】

そして、図14に示されるように、第1領域8bは、中央領域8aに対して射出側に張り出しており、第2領域8cは、第1領域8bに対して射出側に張り出しており、第3領域8cは、第2領域8bに対して射出側に張り出しており、第4領域8dは、第3領域8eに対して射出側に張り出している。但し、第1乃至第4領域8b～8eの張り出し量は、後述するようにごく僅かであるので、コリメートレンズ8の射出側の光学面は、巨視的には、滑らかな曲面である。

【0054】

そして、各領域8a～8eのうち、中央領域8a内は、回転対称な非球面の形状に形成されており、更に、第1乃至第4領域8b～8d内も、それぞれ、回転対称非球面の一部を光軸方向にずらしたのと等価な形状に、形成されている。これら各領域8a～8eにおける面形状を式(12)によって表現したときの具体的な近軸曲率半径、円錐係数、及び非球面係数を、表4に示す。なお、表示が省略されている非球面係数は、ゼロである。また、この表4において、各記号の意味は、表2のものと同一である。

【0055】

【表 4】

	中央領域	第 1 領域	第 2 領域	第 3 領域	第 4 領域
hmax	1.8450mm	1.9350mm	2.3850mm	2.4750mm	2.7000mm
R	-5.8000mm	-5.8003mm	-5.8005mm	-5.8006mm	-5.8010mm
κ	-0.5000	-0.5000	-0.5000	-0.5000	-0.5000
A 4	1.0890×10^{-4}	1.0887×10^{-4}	1.0886×10^{-4}	1.0885×10^{-4}	1.0882×10^{-4}
A 6	7.1370×10^{-6}	7.1336×10^{-6}	7.1320×10^{-6}	7.1307×10^{-6}	7.1269×10^{-6}
A 8	2.2930×10^{-7}	2.2938×10^{-7}	2.2942×10^{-7}	2.2945×10^{-7}	2.2954×10^{-7}
A 10	1.2660×10^{-8}	1.2643×10^{-8}	1.2635×10^{-8}	1.2629×10^{-8}	1.2610×10^{-8}
ΔD	0.00000mm	0.00089mm	0.00134mm	0.00167mm	0.00268mm

【0 0 5 6】

なお、コリメートレンズ 8 の位置は、レーザー光源 1 からカバーガラス 2 を介して入射してくるレーザービームのうちのビーム中心軸及びその近傍の光束が中央領域 8 a を透過するように、調整されている。また、図 1 3 及び表 4 に示されるように、第 4 領域 8 e の最大有効半径は 2. 7 mm であり、中央領域 8 a の最大有効半径は 1. 8 4 5 mm であり、第 1 領域 8 b の径方向の幅は 0. 0 9 mm である。また、第 2 領域 8 c の最大有効半径は 2. 3 8 5 mm であり、第 3 領域 8 d の径方向における幅は 0. 0 9 mm である。これに対し、このコリメートレンズ 8 を透過した後のレーザービームの断面は、長軸が主走査方向に向けられた楕円形状に整形され、第 2 の実施形態では、その長軸の半径は 2. 7 mm であり、その短軸の半径は 1. 8 mm である（図 1 3 の破線参照）。このため、レーザービームの大部分は、中央領域 8 a を通過し、その一部が、第 1 乃至第 4 領域 8 b ~ 8 e を通過する。

【0 0 5 7】

そして、上述したように、第 1 乃至第 4 領域 8 b ~ 8 e は、中央領域 8 a よりも射出側へ張り出しているため、これら各領域 8 b ~ 8 e は、自身を透過する光束に対し、中央領域 8 a を透過する光束との間に所定の位相差を持たせるように、作用する。

【0 0 5 8】

より具体的には、中央領域 8 a を透過した後の光束に対し、第 1 領域 8 b を透過した後の光束は、 $2/3$ 波長 ($2\lambda/3$ [nm]) の光路長差に相当する $-4\pi/3$ [rad] の位相差 θ を持ち、また、第 2 領域 8 c を透過した後の光束は、 -2π [ra

d]の位相差 θ' を持つ。また、第3領域8dを透過した後の光束は、 $5/4$ 波長($5\lambda/4$ [nm])の光路長差に相当する $-5/2\pi$ [rad]の位相差 θ を持ち、また、第4領域8eを透過した後の光束は、 -4π [rad]の位相差 θ' を持つ。従って、第2及び第4領域8c, 8eを透過した後の光束は、中央領域8aのそれと同位相となる。その結果、コリメートレンズ8を透過した後のレーザービームのうち、中央領域8a並びに第2及び第4領域8c, 8eを透過した光束は、互いに同位相で進行し、第1及び第3領域8b, 8dを透過した光束には、中央領域8aを透過する光束に対し、それぞれ $-4\pi/3$ [rad]及び $-5/2\pi$ [rad]の位相差が、付与されることとなる。なお、第1及び第2領域8b, 8cにおいて光束に付与される位相差 θ, θ' は、上述したように、 $\theta=-4\pi/3, \theta'=-2\pi$ であるため、 $\cos\theta=-0.5, \cos\theta'=1.0$ となるので、条件式(6)乃至(10)を全て満足している。また、第3及び第4領域8d, 8eにおいて光束に付与される位相差 θ, θ' は、上述したように、 $\theta=-5/2\pi, \theta'=-4\pi$ であるため、 $\cos\theta=0, \cos\theta'=1.0$ となるので、条件式(6)乃至(10)を全て満足している。

【0059】

<第2の実施形態の機能>

以下、以上のように構成される第2の実施形態の走査光学系によって走査対象面S上で走査されるレーザービームの強度分布を、第1乃至第4領域8b~8eが形成されていないとき（コリメートレンズ8の射出側の面形状が中央領域8aの面形状だけで構成されているとき）と、第1乃至第4領域8b~8eが形成されているときとで、比較して説明する。

【0060】

図15は、走査対象面Sに入射するレーザービームの強度分布を、そのビーム中心軸から主走査方向へ0.25mmまでの範囲において、示したグラフである。なお、図15は、第1乃至第4領域8b~8eが形成されているときを示しているが、第1乃至第2領域8b~8eが形成されていないときを示すグラフは、図7に示されている。また、図16は、図15のグラフにおける強度比率が0%から10%までの範囲を拡大して示したグラフである。さらに、図7のグラフにおける強度比率が0%から10%までの範囲を拡大して示したグラフは、上述し

たように、図9に示されている。

【0061】

図7及び図9に示されるように、第1乃至第4領域8b～8eが形成されていないときは、各サイドローブの強度は、メインビームから離れるに従って徐々に弱くなっており、メインビームに隣接するサイドローブの強度は、4%強となっている。

【0062】

これに対し、第1乃至第4領域8b～8eが形成されているときは、図15及び図16に示されるように、各サイドローブの強度は、メインビームに隣接するサイドローブの強度が2%強ではあるものの、その他のサイドローブは、2%未満となっている。

【0063】

従って、f θ レンズ群7の各レンズ7a～7cのレンズ面に多少の微視的なうねりがあり、何れか一つ又は複数のサイドローブの強度が、数%程度だけ上昇したとしても、感光ドラム12に感光される強度の閾値を、超えることは少ない。

【0064】

ところで、第2の実施形態においても、コリメートレンズ8を背面から見たとき(図13)の第1領域8bの面積と第3領域8dの面積の総和S'は、コリメートレンズ3を透過後のレーザービームの断面の面積Sに対し、適切に設定されることが望ましい。第2の実施形態では、S'/Sは、0.07であるので、上記条件式(11)を満足している。

【0065】

なお、図13のコリメートレンズ8も、図3のコリメートレンズ3と同様に、開口絞り4と一体に構成されていても良い。また、図13のコリメートレンズ8は、図12のような反射型の走査光学系に用いられても良い。

【0066】

【実施形態3】

第3の実施形態は、光束に位相差を付与する領域を4つ備えるとともにこれら領域が中央領域に対して入射側へ引き込んでいる光学面を有するコリメートレン

ズを用いている他は、第1の実施形態と同じ構成を有する。従って、以下では、第1の実施形態との相違点のみについて、説明する。

【0067】

第3の実施形態のコリメートレンズ9の近軸における具体的な数値構成は、上記表1にて示される通りである。また、このコリメートレンズ9の入射側の面形状は、上記表2にて示される数値構成を有する回転対称非球面である。一方、コリメートレンズ9の射出側の面形状は、以下の通りである。

【0068】

図17は、第3の実施形態のコリメートレンズ9の背面図であり、図18は、図17のC-C線に沿って半分に切断されたコリメートレンズ9の一部の断面図である。但し、図18において、光軸方向（図18の紙面内における左右方向）の長さが誇張されるように、その方向の縮尺が変えられている。

【0069】

図17に示されるように、コリメートレンズ9の射出側の光学面は、その中心に位置する円形の中央領域9aと、この中央領域9aが内接する輪帯状の第1領域9bと、この第1領域9bが内接する輪帯状の第2領域9cと、この第2領域9cが内接する輪帯状の第3領域9dと、この第3領域9dが内接する輪帯状の第4領域9eとに、区分されている。第1及び第3領域9b, 9dは第1外側領域に、第2及び第4領域9c, 9eは第2外側領域に相当する。

【0070】

そして、図18に示されるように、第1領域9bは、中央領域9aに対して入射側に引き込んでおり、第2領域9cは、第1領域9bに対して入射側に引き込んでおり、第3領域9cは、第2領域9bに対して入射側に引き込んでおり、第4領域9dは、第3領域9eに対して入射側に引き込んでいる。但し、第1乃至第4領域9b～9eの引き込み量は、後述するようにごく僅かであるので、コリメートレンズ9の射出側の光学面は、巨視的には、滑らかな曲面である。

【0071】

そして、各領域9a～9eのうち、中央領域9a内は、回転対称な非球面の形状に形成されており、更に、第1乃至第4領域9b～9d内も、それぞれ、回転

対称非球面の一部を光軸方向にずらしたのと等価な形状に、形成されている。これら各領域 9 a～9 e における面形状を式(12)によって表現したときの具体的な近軸曲率半径、円錐係数、及び非球面係数を、表 5 に示す。なお、表示が省略されている非球面係数は、ゼロである。また、この表 5 において、各記号の意味は、表 2 のものと同じである。

【0072】

【表 5】

	中央領域	第 1 領域	第 2 領域	第 3 領域	第 4 領域
hmax	1.8230mm	1.9350mm	2.3630mm	2.4980mm	2.7000mm
R	-5.8000mm	-5.7992mm	-5.7990mm	-5.7988mm	-5.7980mm
κ	-0.5000	-0.5000	-0.5000	-0.5000	-0.5000
A4	1.0890×10^{-4}	1.0898×10^{-4}	1.0900×10^{-4}	1.0903×10^{-4}	1.0910×10^{-4}
A6	7.1370×10^{-6}	7.1362×10^{-6}	7.1360×10^{-6}	7.1358×10^{-6}	7.1350×10^{-6}
A8	2.2930×10^{-7}	2.3072×10^{-7}	2.3109×10^{-7}	2.3154×10^{-7}	2.3288×10^{-7}
A10	1.2660×10^{-8}	1.2607×10^{-8}	1.2593×10^{-8}	1.2576×10^{-8}	1.2526×10^{-8}
ΔD	0.00000mm	0.00212mm	0.00268mm	0.00335mm	0.00536mm

【0073】

なお、コリメートレンズ 9 の位置は、レーザー光源 1 からカバーガラス 2 を介して入射してくるレーザービームのうちのビーム中心軸及びその近傍の光束が中央領域 9 a を透過するように、調整されている。また、図 17 及び表 5 に示されるように、第 4 領域 9 e の最大有効半径は 2.7 mm であり、中央領域 9 a の最大有効半径は 1.823 mm であり、第 1 領域 9 b の径方向の幅は 0.112 mm である。また、第 2 領域 8 c の最大有効半径は 2.363 mm であり、第 3 領域 9 d の径方向における幅は 0.135 mm である。これに対し、このコリメートレンズ 9 を透過した後のレーザービームの断面は、長軸が主走査方向に向けられた楕円形状に整形され、第 3 の実施形態では、その長軸の半径は 2.7 mm であり、その短軸の半径は 1.8 mm である（図 17 の破線参照）。このため、レーザービームの大部分は、中央領域 9 a を通過し、その一部が、第 1 乃至第 4 領域 9 b～9 e を通過する。

【0074】

そして、上述したように、第 1 乃至第 4 領域 9 b～9 e は、中央領域 9 a よりも入射側へ引き込んでいるので、これら各領域 9 b～9 e は、自身を透過する光

束に対し、中央領域 9 a を透過する光束との間に所定の位相差を持たせるように、作用する。

【0075】

より具体的には、中央領域 9 a を透過した後の光束に対し、第 1 領域 9 b を透過した後の光束は、 $19/12$ 波長 ($19\lambda/12$ [nm]) の光路長差に相当する $19\pi/6$ [rad] の位相差 θ を持ち、また、第 2 領域 9 c を透過した後の光束は、 4π [rad] の位相差 θ' を持つ。また、第 3 領域 9 d を透過した後の光束は、 $5/2$ 波長 ($5\lambda/2$ [nm]) の光路長差に相当する 5π [rad] の位相差 θ を持ち、また、第 4 領域 9 e を透過した後の光束は、 8π [rad] の位相差 θ' を持つ。従って、第 2 及び第 4 領域 9 c, 9 e を透過した後の光束は、中央領域 9 a のそれと同位相となる。その結果、コリメートレンズ 9 を透過した後のレーザービームのうち、中央領域 9 a 並びに第 2 及び第 4 領域 9 c, 9 e を透過した光束は、互いに同位相で進行し、第 1 及び第 3 領域 9 b, 9 d を透過した光束には、中央領域 9 a を透過する光束に対し、それぞれ $19\pi/6$ [rad] 及び 5π [rad] の位相差が、付与されることとなる。なお、第 1 及び第 2 領域 9 b, 9 c において光束に付与される位相差 θ , θ' は、上述したように、 $\theta=19\pi/6$ 、 $\theta'=4\pi$ であるため、 $\cos\theta=-0.87$ 、 $\cos\theta'=1.0$ となるので、条件式(1)乃至(5)を全て満足している。また、第 3 及び第 4 領域 9 d, 9 e において光束に付与される位相差 θ , θ' は、上述したように、 $\theta=5\pi$ 、 $\theta'=8\pi$ であるため、 $\cos\theta=-1.0$ 、 $\cos\theta'=1.0$ となるので、条件式(1)乃至(5)を全て満足している。

【0076】

<第 3 の実施形態の機能>

以下、以上のように構成される第 3 の実施形態の走査光学系によって走査対象面 S 上で走査されるレーザービームの強度分布を、第 1 乃至第 4 領域 9 b ~ 9 e が形成されていないとき (コリメートレンズ 9 の射出側の面形状が中央領域 9 a の面形状だけで構成されているとき) と、第 1 乃至第 4 領域 9 b ~ 9 e が形成されているときとで、比較して説明する。

【0077】

図 19 は、走査対象面 S に入射するレーザービームの強度分布を、そのビーム

中心軸から主走査方向へ0.25mmまでの範囲において、示したグラフである。なお、図19は、第1乃至第4領域9b～9eが形成されているときを示しているが、第1乃至第2領域8b～8eが形成されていないときを示すグラフは、図7に示されている。また、図20は、図19のグラフにおける強度比率が0%から10%までの範囲を拡大して示したグラフである。さらに、図7のグラフにおける強度比率が0%から10%までの範囲を拡大して示したグラフは、上述したように、図9に示されている。

【0078】

図7及び図9に示されるように、第1乃至第4領域9b～9eが形成されていないときは、各サイドローブの強度は、メインビームから離れるに従って徐々に弱くなっており、メインビームに隣接するサイドローブの強度は、4%強となっている。

【0079】

これに対し、第1乃至第4領域9b～9eが形成されているときは、図19及び図20に示されるように、各サイドローブの強度は、メインビームに隣接するサイドローブの強度が1%強ではあるものの、その他のサイドローブは、1%未満となっている。

【0080】

従って、f θ レンズ群7の各レンズ7a～7cのレンズ面に多少の微視的なうねりがあり、何れか一つ又は複数のサイドローブの強度が、数%程度だけ上昇したとしても、感光ドラム12に感光される強度の閾値を、超えることは少ない。

【0081】

ところで、第3の実施形態においても、コリメートレンズ9を背面から見たとき(図17)の第1領域9bの面積と第3領域9dの面積の総和S'は、コリメートレンズ9を透過後のレーザービームの断面の面積Sに対し、適切に設定されることが望ましい。第2の実施形態では、S'/Sは、0.10であるので、上記条件式(11)を満足している。

【0082】

なお、図17のコリメートレンズ9も、図3のコリメートレンズ3と同様に、

開口絞り 4 と一体に構成されていても良い。また、図 17 のコリメートレンズ 9 は、図 12 のような反射型の走査光学系に用いられても良い。

【0083】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明によれば、結像光学系の光学面に或る程度の微視的なうねりが生じている場合でも、サイドローブが閾値を超えることをできるだけ抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施形態のレーザービームプリンターの概略的な構成図

【図 2】 走査光学系の概略的な光学構成図

【図 3】 コリメートレンズ及びその近傍の光路図

【図 4】 第 1 の実施形態のコリメートレンズの背面図

【図 5】 図 4 の A-A 線に沿ったコリメートレンズの一部の断面図

【図 6】 各領域の面形状と光軸との交点の原点からのずれ量の説明図

【図 7】 第 1 及び第 2 領域がないときのレーザービームの強度分布を示す

グラフ

【図 8】 第 1 の実施形態のレーザービームの強度分布を示すグラフ

【図 9】 図 7 のグラフの一部を拡大したグラフ

【図 10】 図 8 のグラフの一部を拡大したグラフ

【図 11】 コリメートレンズと開口絞りとを一体形成したときの背面図

【図 12】 コリメートレンズが組み込まれた反射型の走査光学系の斜視図

【図 13】 第 2 の実施形態のコリメートレンズの背面図

【図 14】 図 13 の B-B 線に沿ったコリメートレンズの一部の断面図

【図 15】 第 2 の実施形態のレーザービームの強度分布を示すグラフ

【図 16】 図 15 のグラフの一部を拡大したグラフ

【図 17】 第 3 の実施形態のコリメートレンズの背面図

【図 18】 図 17 の C-C 線に沿ったコリメートレンズの一部の断面図

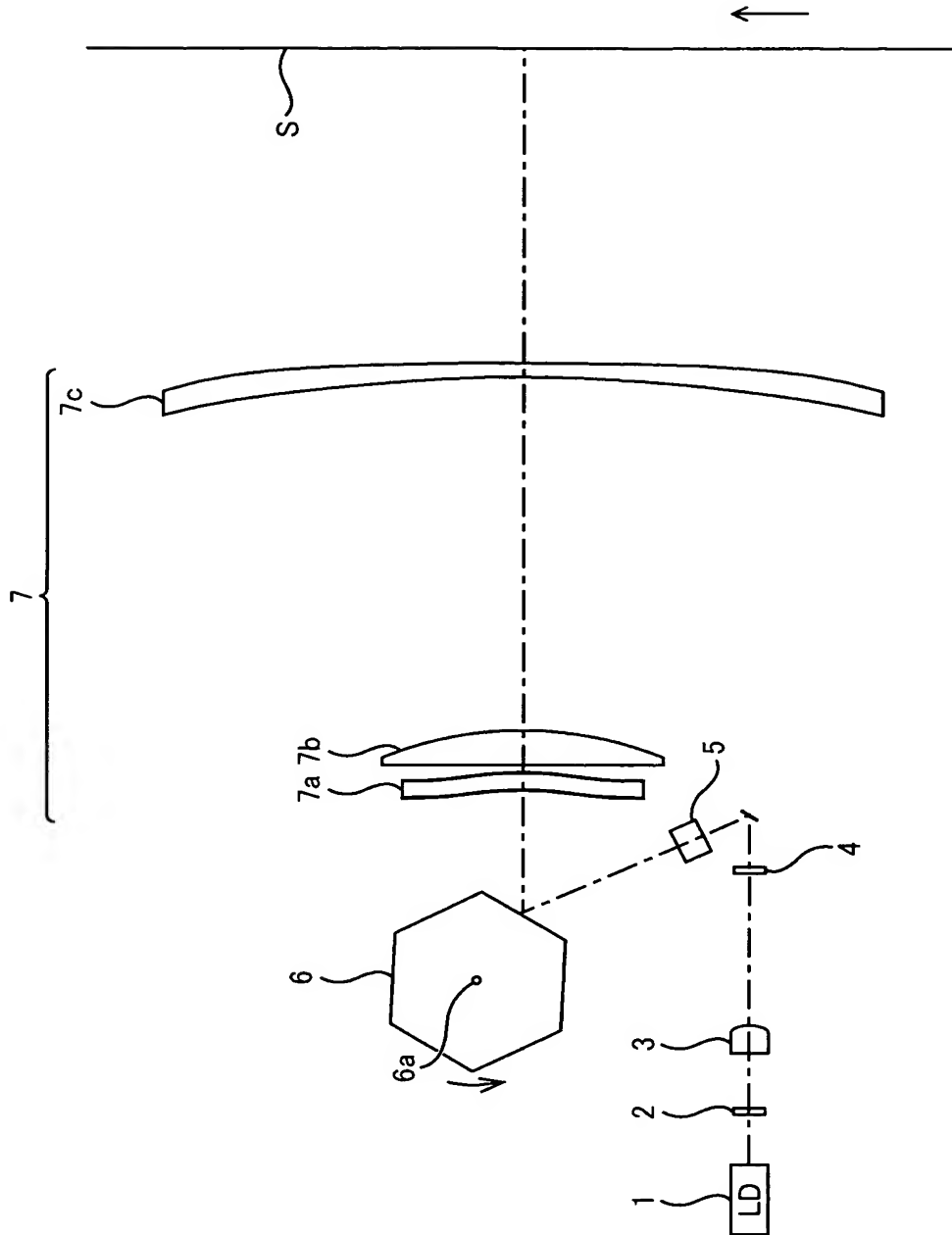
【図 19】 第 3 の実施形態のレーザービームの強度分布を示すグラフ

【図 20】 図 19 のグラフの一部を拡大したグラフ

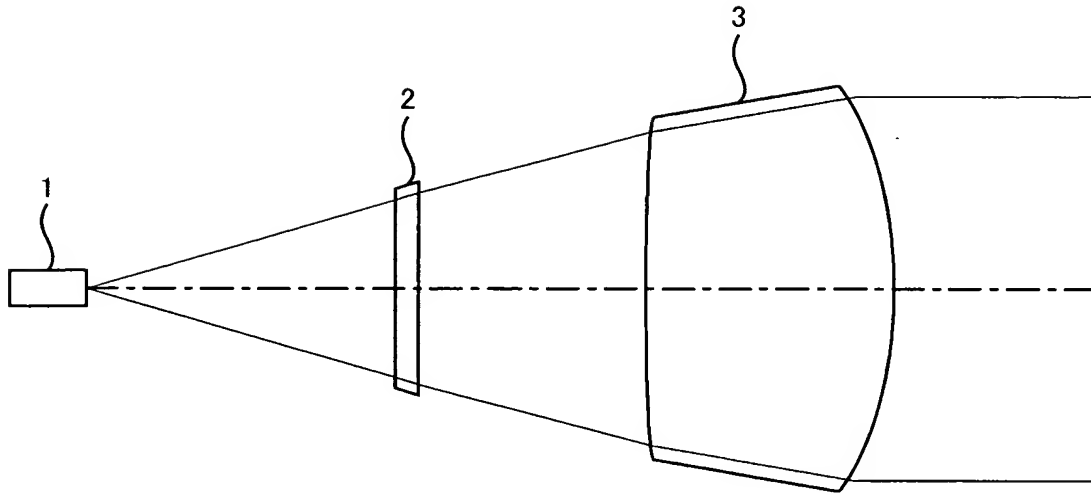
【符号の説明】

- 1 レーザー光源
- 2 カバーガラス
- 3 コリメートレンズ
- 3 a 中央領域
- 3 b 第 1 領域
- 3 c 第 2 領域
- 4 開口絞り
- 5 シリンドリカルレンズ
- 6 ポリゴンミラー
- 7 $f \theta$ レンズ群
- 8 コリメートレンズ
- 8 a 中央領域
- 8 b 第 1 領域
- 8 c 第 2 領域
- 8 d 第 3 領域
- 8 e 第 4 領域
- 9 コリメートレンズ
- 9 a 中央領域
- 9 b 第 1 領域
- 9 c 第 2 領域
- 9 d 第 3 領域
- 9 e 第 4 領域

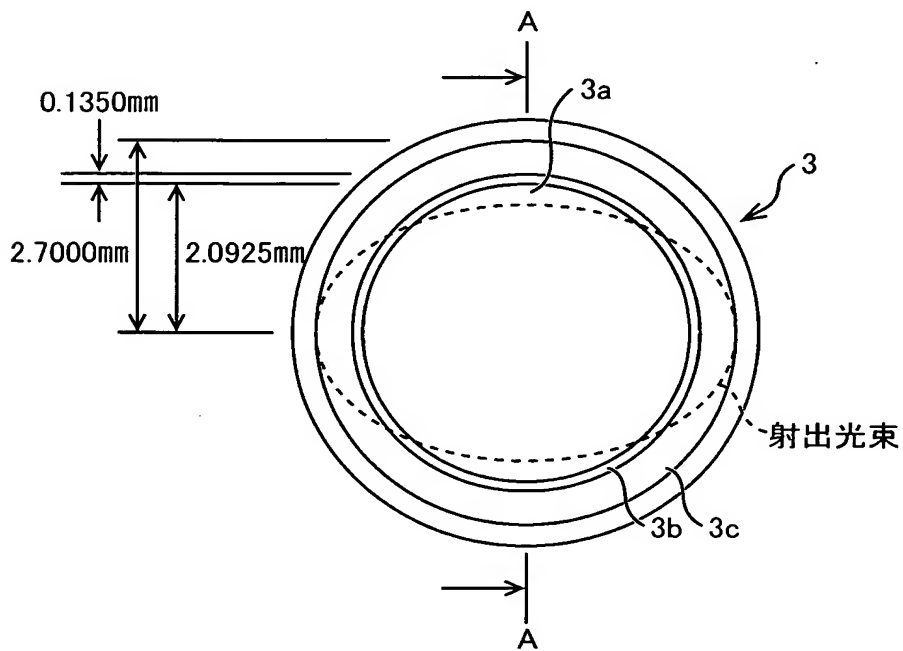
【図 2】



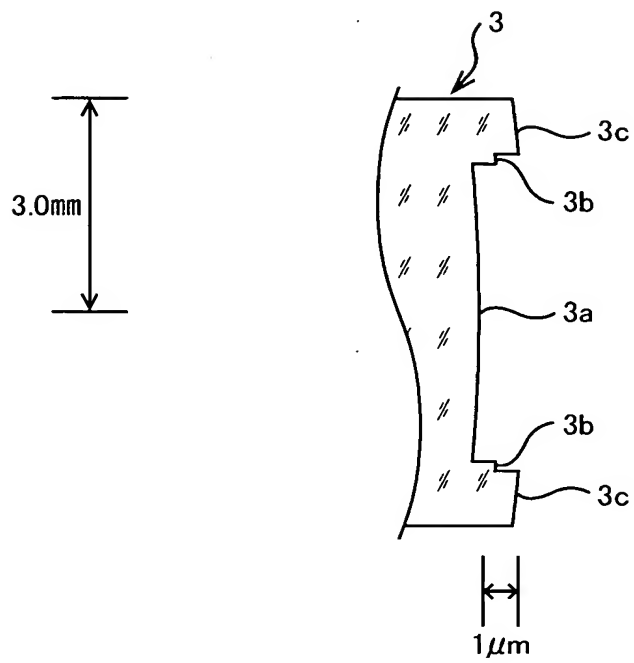
【図 3】



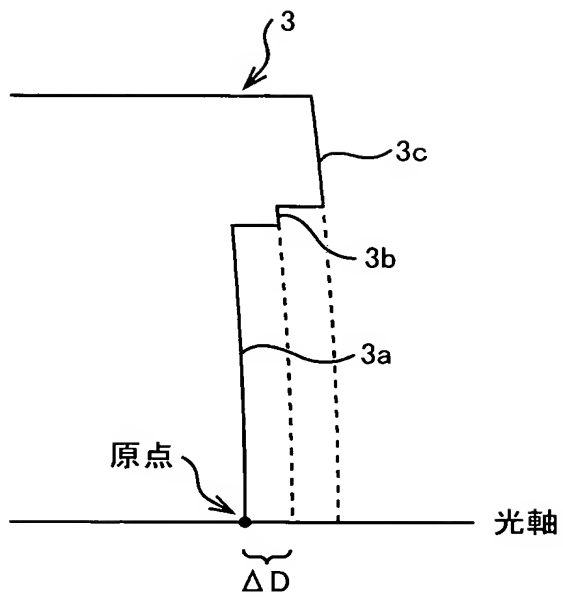
【図 4】



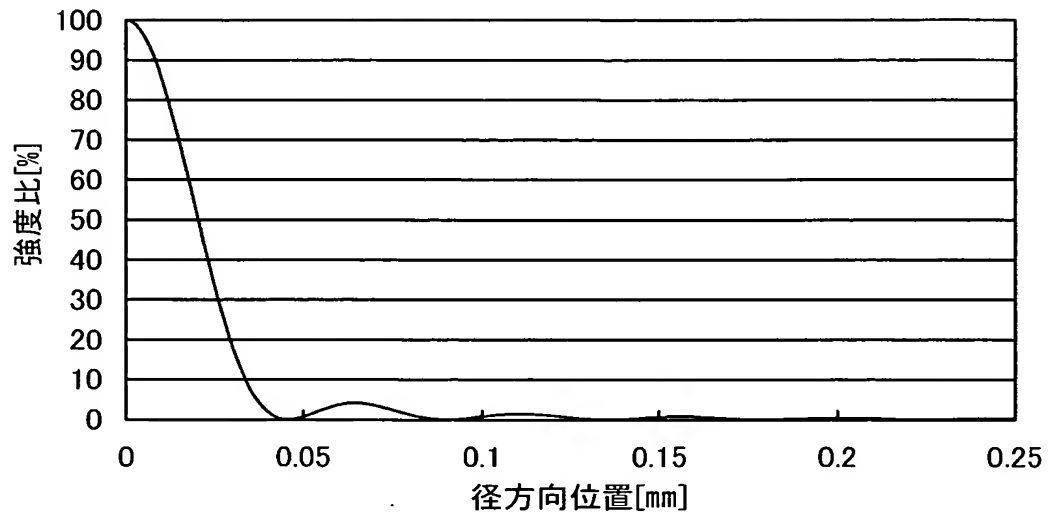
【図 5】



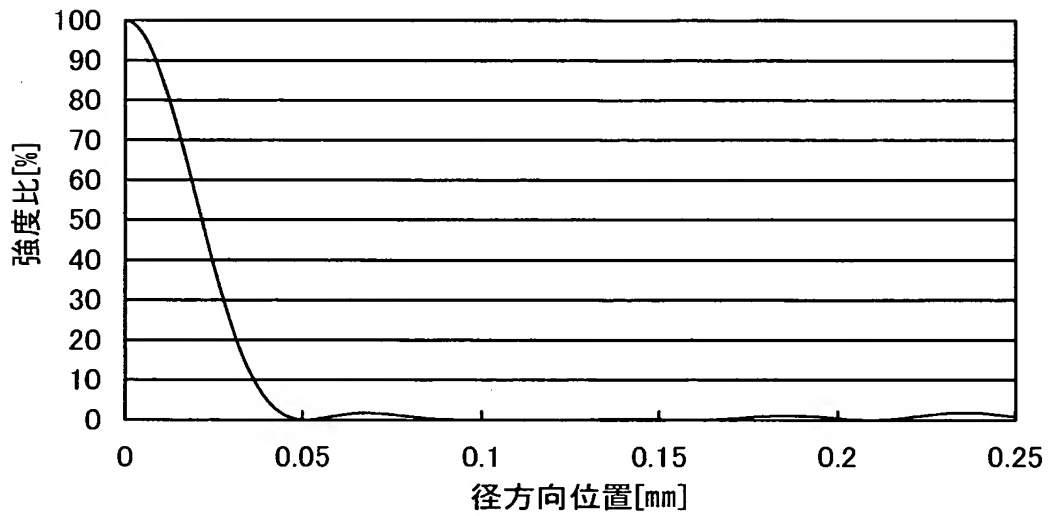
【図 6】



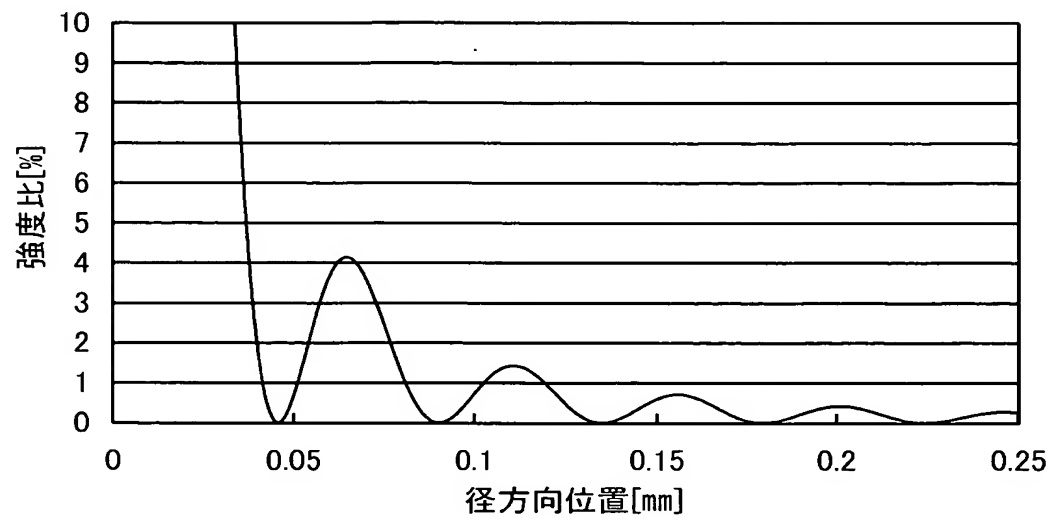
【図 7】



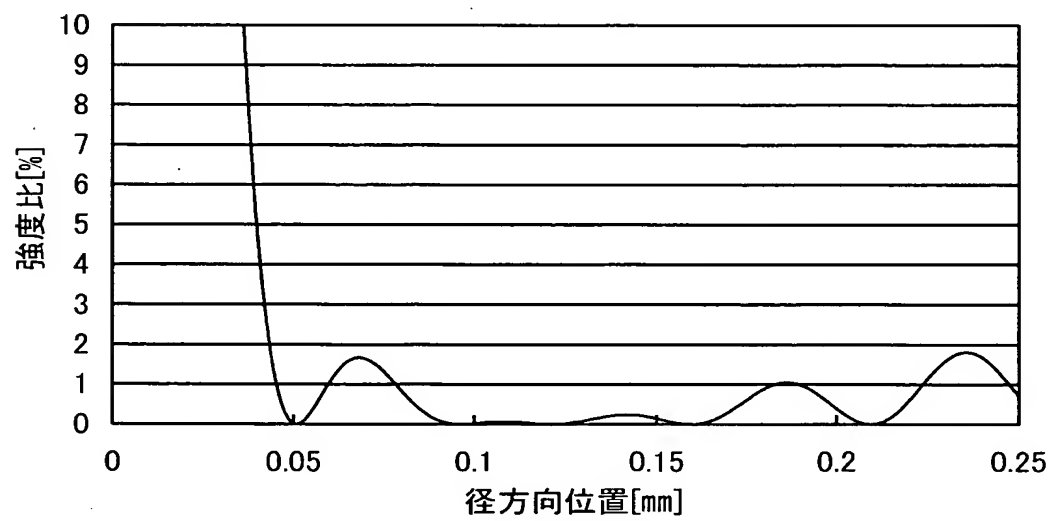
【図 8】



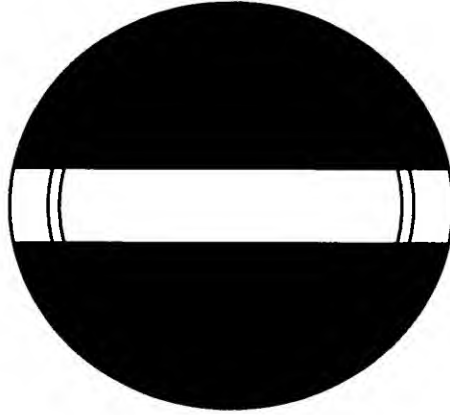
【図 9】



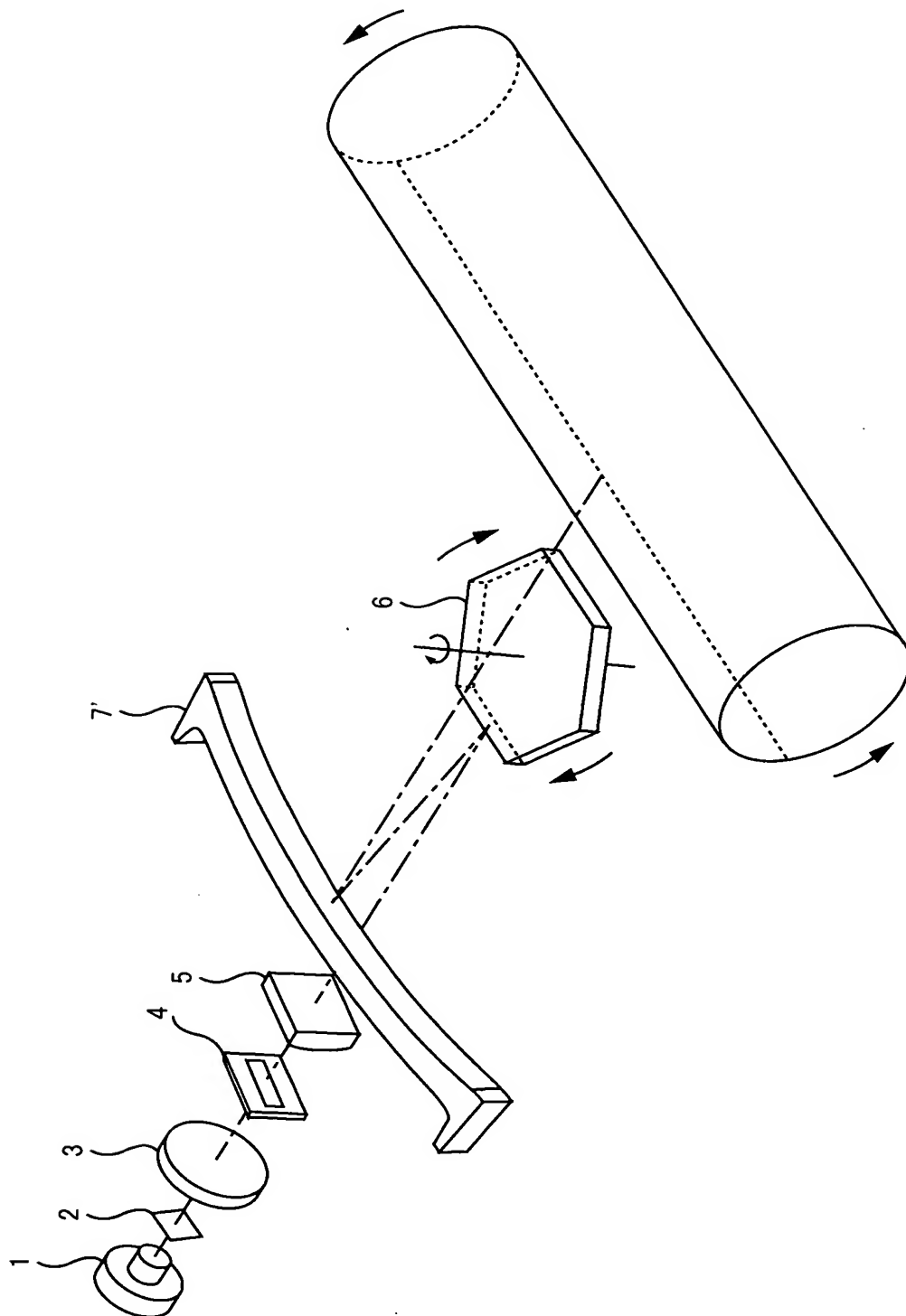
【図 10】



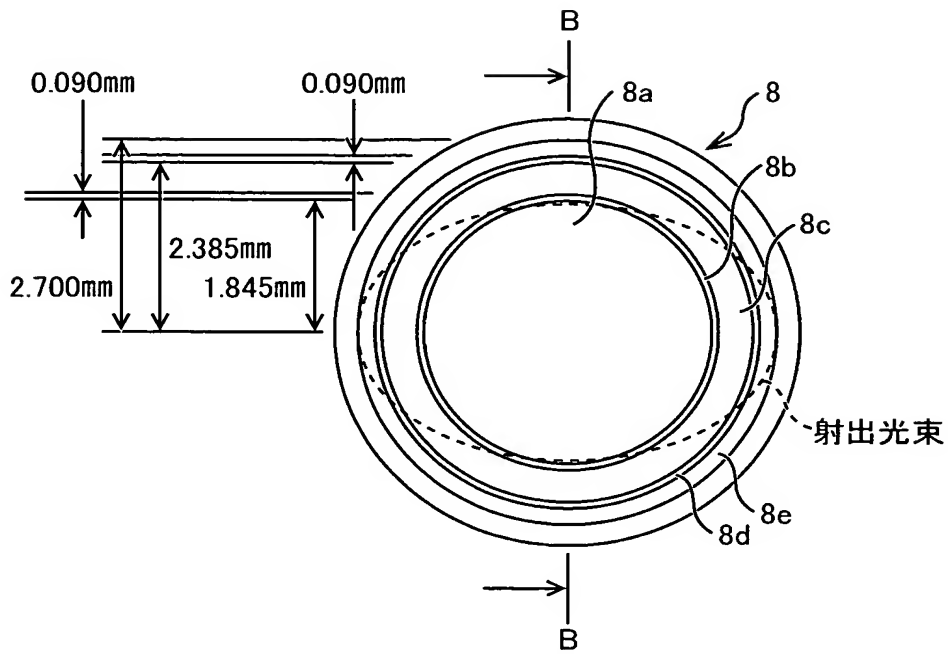
【図 1 1】



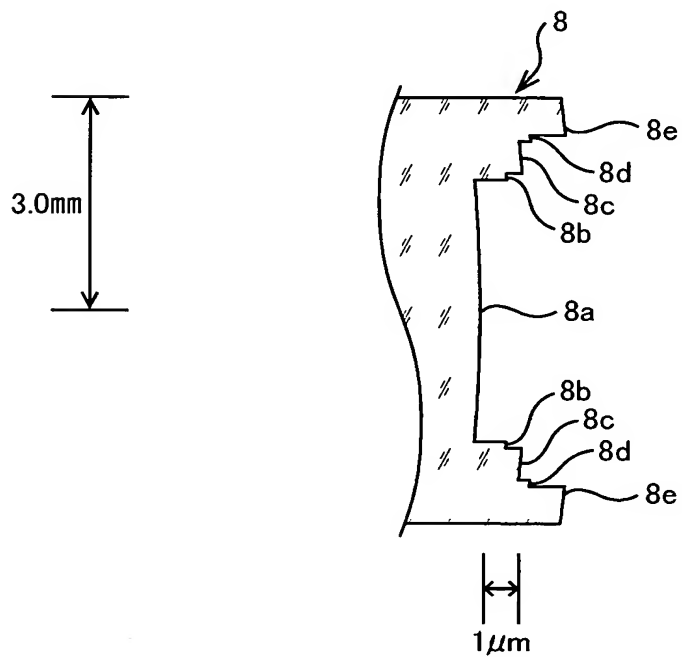
【図 12】



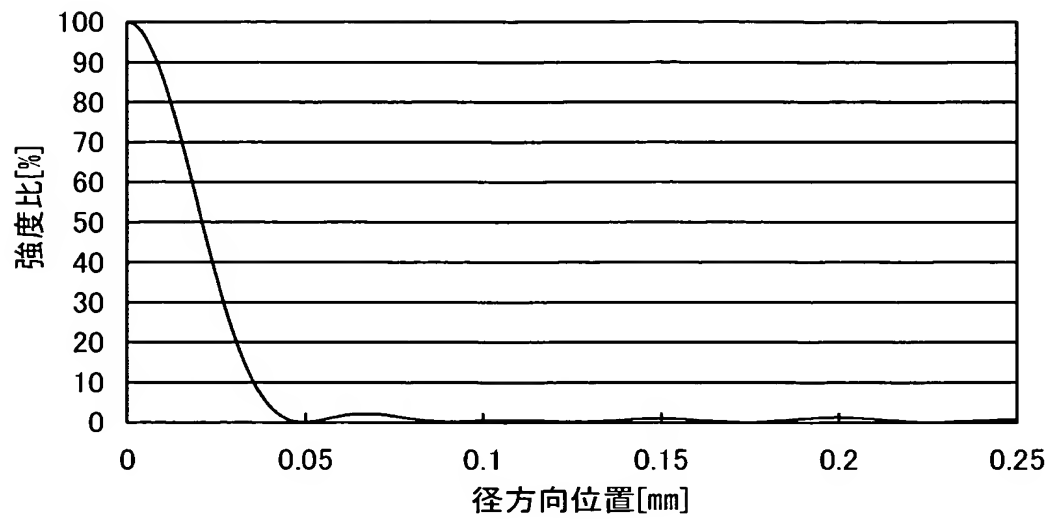
【図 13】



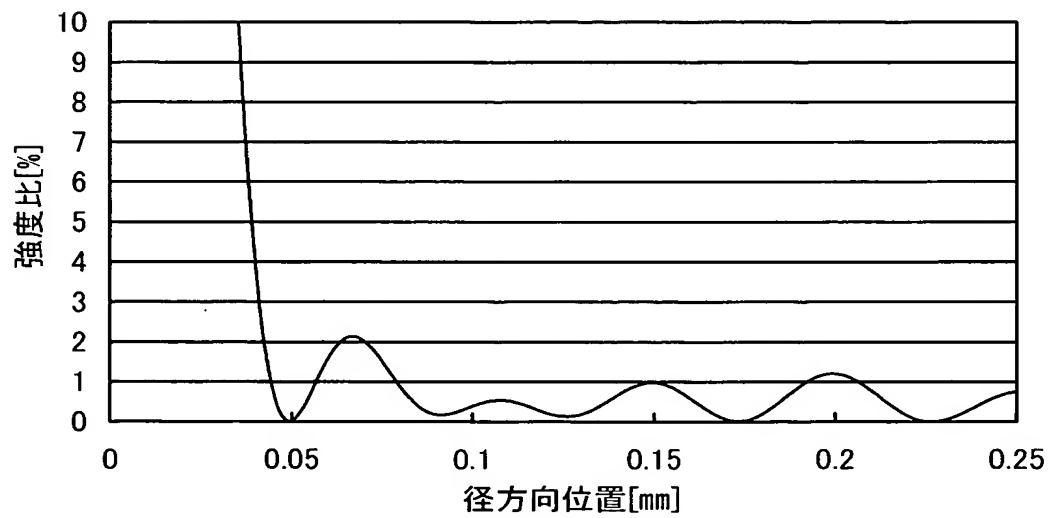
【図 14】



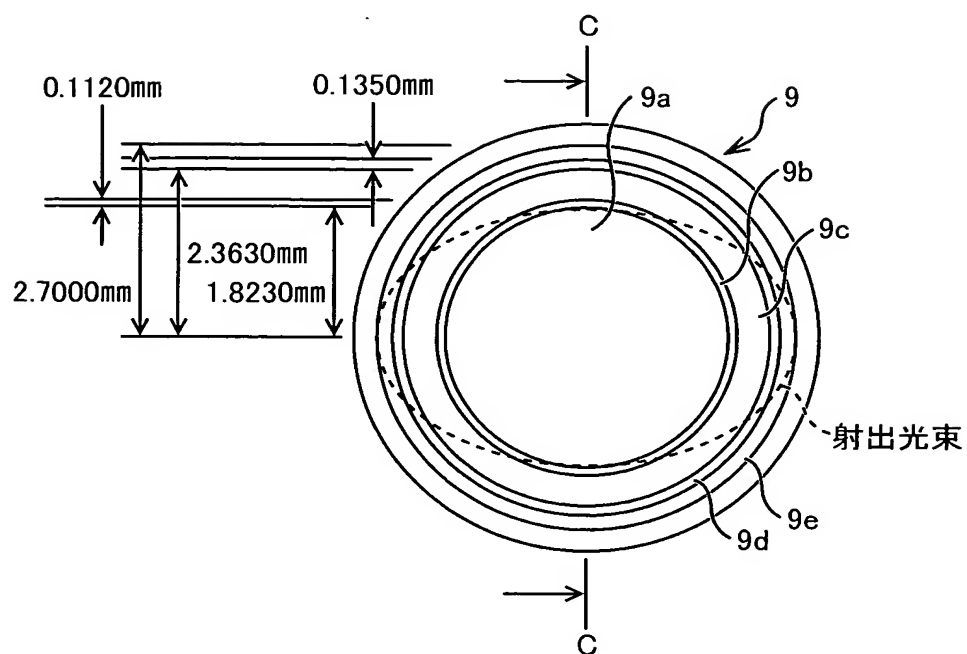
【図 15】



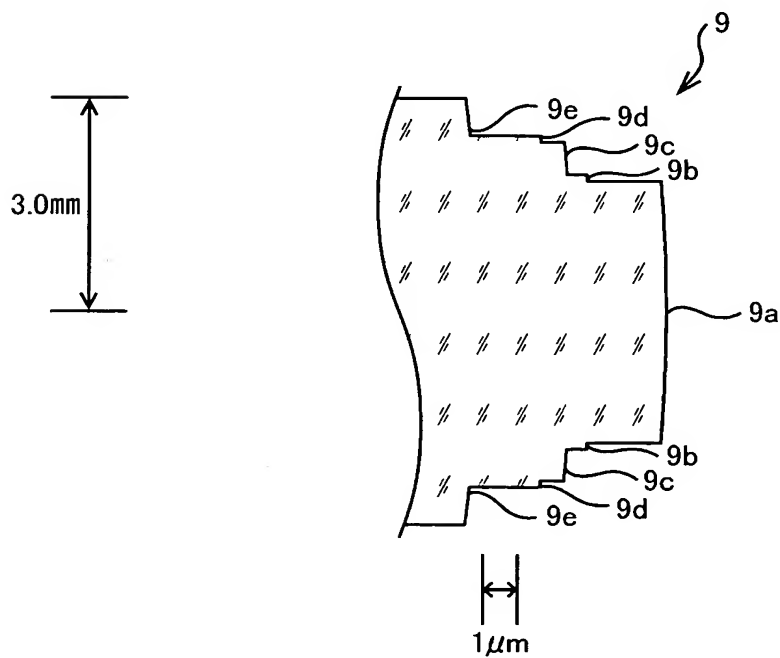
【図 16】



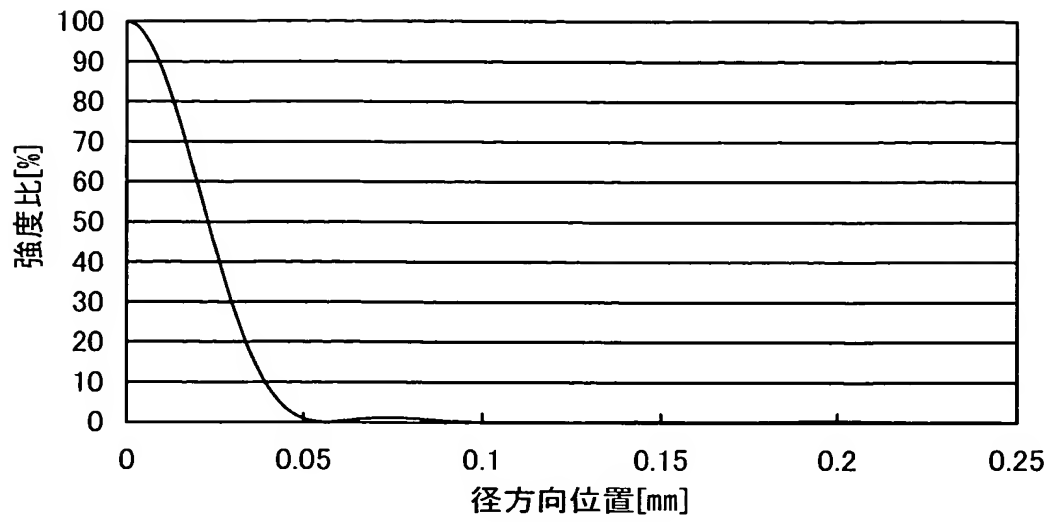
【図 17】



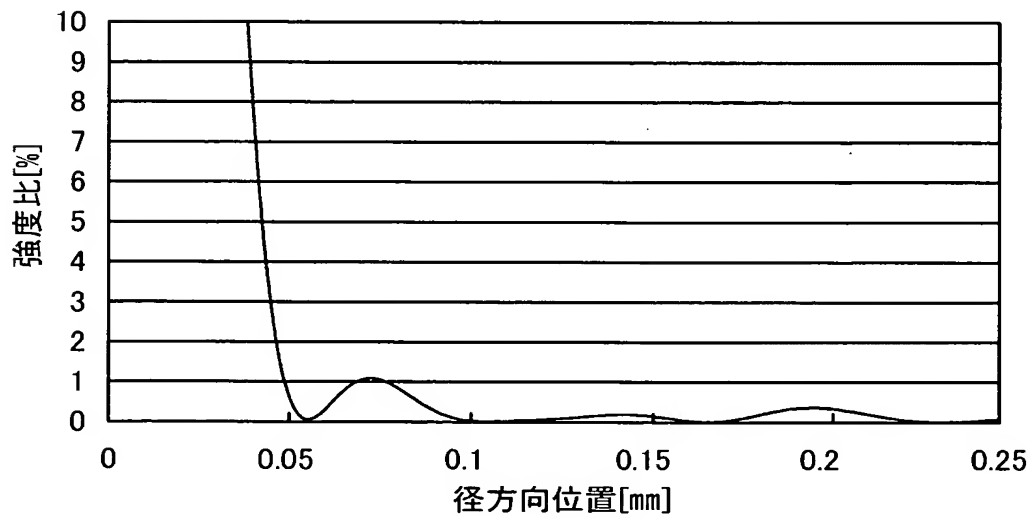
【図 18】



【図 1 9】



【図 2 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

結像光学系の光学面に微視的なうねりがある場合でも、サイドローブが閾値を超えるのをできるだけ抑制することができる走査光学系及びプリンターを提供する。

【解決手段】

レーザービームにおけるビーム中心軸及びその近傍の光束以外の光束のうちの一部に対して所定の位相差を持たせるように作用する第 1 領域 3 b を射出側の光学面に有するコリメートレンズ 3 が、レーザー光源 1 からポリゴンミラー 6 までにおけるレーザービームの光路上に、配置されるように、走査光学系を構成する。また、このような走査光学系が内蔵されるように、レーザービームプリンターを構成する。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 4 6 4 0 1
受付番号	5 0 2 0 1 8 0 4 8 5 1
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 4 年 1 1 月 2 9 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年11月28日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 4 6 4 0 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 0 5 2 7]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 0 日
 [変更理由] 新規登録
 住 所 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号
 氏 名 旭光学工業株式会社

2. 変更年月日 2 0 0 2 年 1 0 月 1 日
 [変更理由] 名称変更
 住 所 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号
 氏 名 ペンタックス株式会社